

CIRJE-J-61

広告市場
IT時代のメディア計画システム

東京大学大学院経済学研究科

阿部 誠

2001年8月

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられたい。

**Advertising Market:
A Media Planning System for Information Technology Era**

**Makoto Abe
University of Tokyo
Faculty of Economics**

August 20, 2001

Abstract

Broadband technology makes it possible to target moving pictures of advertising at the individual subscriber level. This research develops a media planning system for one-to-one advertising based on market mechanism, such that it is fair and best to all advertisers. The proposed system, in comparison to the traditional media planning, possesses many distinctive features such as (1) it considers plans for many advertisers at the same time accounting for their interactions, (2) media price is determined depending on the demand from advertisers, (3) the resulting allocation of advertising contacts is fair and Pareto optimal to all advertisers. Such attractive characteristics could potentially revolutionize the way currently advertising industry operates. The paper also discusses application of this system to target advertising for browser phone and extension to areas beyond advertising. This system is patent pending.¹

¹ Inquiry should be directed to Center for Advanced Science and Technology Incubation Center (<http://www.casti.co.jp>).

広告市場

IT時代のメディア計画システム

阿部 誠

E-mail: abe@e.u-tokyo.ac.jp

TEL & FAX: 03-5841-5646

東京大学経済学研究科・経済学部

2001年8月20日

要約

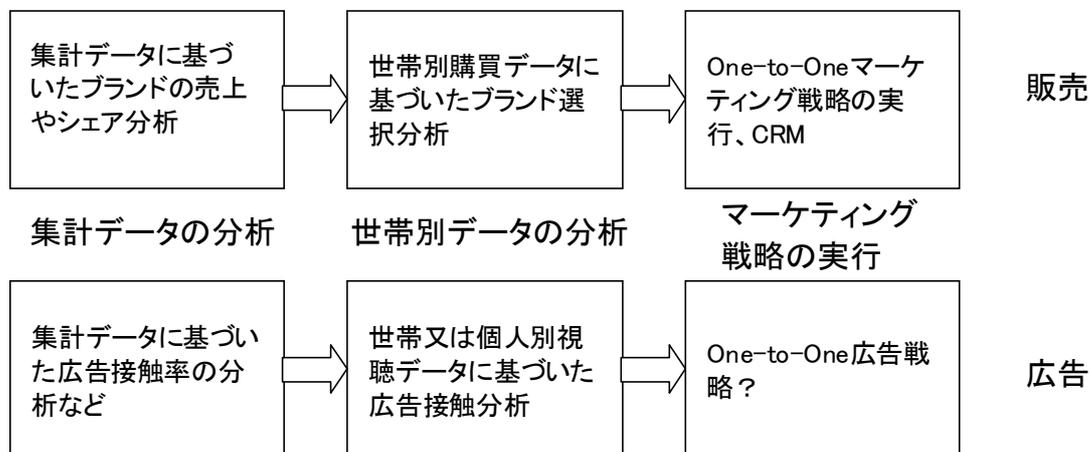
ブロードバンドの発達により、動画広告を契約者レベルで制御する One-to-One の広告配信が可能になってきた。この研究では、どの広告をだれに配信するかを広告主にとって公平かつベストになるような市場原理に基づいたメディア計画を提案する。このシステムは従来のメディア計画に比較して、(1) 多数の広告主を同時に考慮できる、(2) メディアの価格は広告主の需要に応じて決まる、(3) 全ての広告主にとって公平かつパレート効率的な配分になる、などの特徴をそなえ、既存の広告業界に大きな変化をもたらす可能性もある。さらに、このシステムの携帯電話広告への応用や広告以外の分野への拡張が紹介されている。ちなみに、このシステムはビジネスモデル特許として出願中である。¹

¹ 問い合わせ先：先端科学技術インキュベーションセンター (CASTI) (<http://www.casti.co.jp>)

1. 動機

One-to-One マーケティング、データベース・マーケティング、CRM などのマスからミクロへのマーケティング手法の拡張は、近年の情報技術の発達によって可能となった。例えば日常生活用品における競合ブランドのマーケティングでは、セールスやシェアなどの集計データの分析(Cooper and Nakanishi 1988, Hanssens, Parsons, and Schultz 1990)から世帯別購買データの分析(Abe 1995, Guadagni and Little 1983, Kamakura and Russel 1989, McCulloch and Rossi 1994)へと発展し、それに基づいていくつかのスーパーでは世帯間の異質性を考慮した One-to-One の価格戦略やプロモーション戦略が FSP や DM を通じて行われている (Rossi, McCulloch, and Allenby 1996)。

テレビ広告の分野でも同様の進展が見られ、接触率などの集計データの分析(Headen, Klompmaker, and Teel 1979, Rust and Klompmaker 1981)から世帯間の視聴習慣の違いを考慮した世帯別広告接触データ(single source data)を使った分析(Abe 1996, 1997)も行われるようになってきた。現在までそのような分析は、テレビのマス媒体というという技術的な限界から、One-to-One の広告配信という戦略には直接結びつくことがなかった。しかし、最近のブロードバンドの発達により、動画広告の個人別(あるいは世帯別)配信が急遽、現実味を帯びてきた。すでにインターネットの静止画広告では、同じウェブページ上でも視聴者が検索に使ったキーワードや閲覧履歴などに基づいて異なったバナー広告を見せることがよく行なわれており、米国のダブル・クリック社のように広告業界に大きな変革をもたらした会社もある。



業界では、現在、2つの理由からブロードバンドにおける動画広告に注目が集まっている。ひとつは、クリック率の低さなどから静止画が主体のバナー広告の効果を疑う声もあり、動画はテレビ広告により似た強いインパクトを与えられると考えられるからだ。2つめは、今後、ブロードバンドによる多チャンネル化が進むと、数百から数千もある個々のチャンネルの視聴者層が薄く広がってしまい、マス広告本来の効率が低くなってしまうためである。あらかじめテレビのハードディスクなどに保存した広告を、どのチャンネルを見ていようとも状況や視聴者に応じて放映することにより、広告をマスに発信するメッセージとしてでも或いは一部の少人数をターゲットとしたメッセージとしてでもどちらにも対応させることが可能になる。

One-to-Oneの広告配信では、誰に何を見せるか、つまり視聴者と広告のマッチングにおいて以下の要因が重要である。まず既存のテレビ広告にみられるように、広告主は自社の商品・サービスを購買する可能性のある人や一定のデモグラフィクスを満たす人に対して広告を見せたいであろう。例えば、化粧品会社であれば20代の女性、海外の自動車会社であれば車に興味のある年収1千万円以上の人かも知れない。一方、視聴者はどうせ見るならば(1)自分に興味・関心のある商品・サービスや企業に関する広告、(2)有用な情報を伝える広告、(3)面白い(エンターテインメント性のある)広告などの方がうれしいだろうし、より注意を払うであろう。例えば、車が趣味の人や自家用車の購入を検討している人は車の広告を好んで見る傾向があるだろう。適切な広告を個人(世帯)別に配信することにより、広告主のマーケティング効率が向上すると同時に、視聴者も押し付けでなく有益な情報源として広告の価値を見出すことが出来る。

ブロードバンド広告では個人あるいは世帯レベルの様々な情報が利用可能になる。まず、ADSL、光ファイバー、デジタル衛星TV、ブラウザフォンなどを經由してブロードバンドを利用するにはユーザー登録が必要なため、契約者の属性 例えばデモグラフィックスや趣味、関心、ライフスタイルなど を使って広告の契約者レベルでのターゲティングが可能になる。また、ユーザー自身の静的な属性のみならず、リアルタイムに変わる属性、たとえば、過去に視聴した番組のようなアクセス履歴や、

双方向性を活用して視聴者がリモコンボタン操作などで反応したフィードバック信号なども利用可能となる。

しかしながら個々人に適切な広告を見せるという概念は魅力的であるが、それを実行するのは難しい。現実には何千という広告が存在し、視聴者のターゲット属性も何十とある。その上、一定期間内に存在するターゲット視聴枠（例えば20~29歳の女性の視聴回数）の供給数は有限であり、広告主が希望している数量つまり需要数とは一致しないのが通常である。これらを全て考慮して、多数の広告と多数の視聴者のベスト・マッチングを決めるのは非常に複雑な問題である。たとえば、ある期間内に性別と6つの年齢層で別けた12のターゲットグループに対して1000種類の広告を配信するという比較的シンプルな状況を考えても、その配信回数を決定するには12,000 (= 1000×12) 個の変数が存在するため、これを数理計画法で解こうとするのは難しい。たとえそれが解けたとしても、実際の視聴枠数はその時まで分からないので、だれにどの広告を何回見せるのかという正確な解は無意味になってしまう。

このような複雑な状況の下、ここでの研究の目的は2つある。ひとつは、全ての広告主にとって公平かつ最適な視聴者レベルの広告配信計画を求めることである。ふたつめは、その計画に基づいて実際に配信制御をする方法である。この論文は以下のように展開される。まず第2節では、市場原理に基づいた方法の概略を紹介し、それをより一般的な状況に当てはまるようにモデル化する。そして第3節で、実務的な具体例を使ってモデルを解いてから、数値例に当てはめる。第4節では、この提案された広告配信計画システムの特徴を従来のメディア計画と比較しながらまとめ、その新規性を考察する。最後の節では、このシステムの他の広告への応用と広告以外の分野への拡張が示されている。

2. モデル

2.1. 仮想広告市場

視聴者は様々な静的および動的な属性によって定義されたターゲットグループ(たとえば20~29歳の旅行に関心の高い女性)に細分化される。広告主は前節で記述された要因を考慮し、個々のターゲットグループによる広告視聴に対して異なった価値を

見出す。とりあえず問題を簡単にするために、一定期間のそれぞれのターゲットグループの視聴枠数を既知と仮定して、それが広告代理店によってセリにかけられるような状況を想定しよう。広告主らは個々のターゲットグループに対する評価基準と自己の広告総予算に基づいて、これら視聴枠を満足いくまで売買する。すなわち、この市場では、取引される財はターゲットグループで定義された視聴枠であり、買主は広告主、売主は広告代理店(あるいは財の供給者)である。個々のターゲットグループによる視聴枠数は有限なため、価格の変動によって需要と供給のバランスがとられて、全ての広告主にとって公平かつベストな配分が決まる。この市場原理に基づいて決定された視聴枠数の配分に基づいて、広告代理店は広告の配信・制御を行う。

ここで2つの点に関して言及しておく必要がある。1番目に、この市場はあくまでも概念を示した仮想のものであり、実際には広告主間でのセリの競い合いや売買はリアルタイムでは行われない。その理由は次節で説明されるが、市場を形成する上で必要な情報つまり財の供給数とそれぞれの広告主の広告予算と個々のターゲットグループに対する選考が分かれば、この仮想市場の最終結果が予測できるからだ。2番目は、ここでの仮定である「一定期間のそれぞれのターゲットグループの視聴枠数は既知」は非現実的であることだ。この市場での財はターゲットグループで定義された視聴枠であり視聴者の行動に依存しているため、実際の供給数はその時にならないと分からない。これに関しては3節の応用例で詳しく説明する。

2.2. 配信プロセス

仮想広告市場の原理に基づいた視聴枠配分の決定プロセスは以下のよう進む。

- Step 1: 個々の広告主はこの先、一定期間の広告予算とターゲットグループに対する選考(価値感)を第3者(広告代理店)に提出する。
- Step 2: 広告代理店は過去の視聴率のデータ等から、この期間の視聴枠の供給数を個々のターゲットグループごとに予測する。
- Step 3: 上記の供給に基づいて代理店は仮想広告市場を開催して視聴枠をセリにかけ、視聴枠の売買を広告主が満足するまで続ける。
- Step 4: 最終配分に基づいて広告を視聴者に配信する。

Step 3 では、広告主は自己の選考に基づいて視聴枠の売買を自由に行う。最終的には個々のターゲットグループの視聴枠の需要と供給がバランスするような価格が決まり、全ての広告主が満足するような配分が決定する。もし、少なくとも一人の広告主の満足度が残りの広告主の満足度を減少させずに向上できるのであれば、取引は引き続き行われるため、ここで決められた価格と配分はパレート効率的であると言える。ここでは、Step 3 の取引を選考オークションと定義しよう。

定義 1 . 選考オークション

視聴枠のセリ、広告主間の売買を通じてパレート効率的な価格と配分が決まる取引。

この選考オークションに必要な入力情報は、

入力 1 : 提出された各広告主の予算とターゲットグループの視聴枠に対する選考

入力 2 : 代理店の予測に基づく視聴枠の供給数

なので、実際に開催しなくても理論的に最終結果を予測できるはずである。次節では、この選考オークションの解を計算するための数学的な展開を進めていく。

2.3. 数学的表記

まず、広告主 i ($i=1, \dots, N$) の J 個のターゲットグループに対する選考(価値)は効用関数 $U_i(x_i)$ の形で表し、予算 m_i の範囲でこの効用が最大になるような視聴枠の配分 x_i を探す。ここで、

x_i = 広告主 i に配分された個々のターゲットグループの視聴枠の数 ($J \times 1$ vector)

$U_i(x_i)$ = 広告主 i の効用関数 (scaler)

m_i = 広告主 i の予算 (scaler)

S = 個々のターゲットグループの視聴枠の市場供給数 ($J \times 1$ vector)

p = 市場が決めた個々のターゲットグループの視聴枠の単価 ($1 \times J$ vector)

とすると、広告主 i の問題は下の AP(i) になる。

・ 広告主 i の効用の最大化

$$(AP(i)) \quad \text{Max}_{x_i} U_i(x_i) \quad \text{s.t.} \quad p \cdot x_i = m_i$$

この解は市場の供給で満たされなければならないので、

- ・ 配分の実現可能性 (市場需要 \leq 市場供給)

$$(F) \quad \sum_i x_i \leq S.$$

定義 2 . 市場均衡

価格を所与として全ての広告主が効用を最大化した時、それが実現化可能となる価格と配分。つまり、 $(AP(i)) \forall i$ と(F)を満たす解、 $(p, x_i \forall i)$ を市場均衡と定義する。

2.4. 市場均衡と選考オークションの解との関係

上記の市場均衡は計算できるが、それは選考オークションの解とどのような関係にあるのだろうか？

市場均衡： 与えられた価格 p を所与として、個々の広告主は他の広告主と交わることなく自己の予算と選考に基づいて買い求めた結果、視聴枠数が需給のバランスを満たすような価格と配分。

選考オークションの解： 視聴枠のセリ、広告主間の売買を通じて決定されたパレート効率的な価格と配分。

ここでは、市場均衡と選考オークションの解に関する定理を 3 つ導く。

市場均衡 \Leftrightarrow 選考オークションの解

定理 1 と 2 は、それぞれ右方向と左方向の矢印に関する。 証明は付録を参照。

定理 1 . 市場均衡のパレート効率的配分

全ての広告主にとって市場均衡の価格と配分より優れた解はない。

定理 2 . パレート効率的配分が市場均衡になる条件

広告主が満足ゆくまで売買した結果に生じた解は、広告主の効用が視聴枠配分の準凸関数であれば、市場均衡の価格と配分になる。

定理 3 . 市場均衡の存在条件

個々の広告主の需要を合計した総需要が価格の連続関数であれば市場均衡が存在する。

定理 1 は、事実上、均衡の定義から導かれる。つまり、パレート効率的でなければその広告主は均衡より選考が向上した配分を選ぶため、それは均衡ではない。実務上、重要な知見は定理 2 の条件である。選考オークションの結果を市場均衡として計算するには、広告主の効用関数が準凸的の必要がある。直感的な説明としては、2 つのターゲットグループの視聴枠を 2 人の広告主に配分する状況をエッジワース・ボックスで描写してみれば想像できよう。定理 3 の条件は、個々の広告主の効用関数がどのような形でも広告主の数が多ければ必然的に満たされるため、非常に緩いものである。²

ここでのポイントは、広告主の効用が視聴枠配分の準凸関数であれば、選考オークションの解は市場均衡と一致するため、2.3 節の市場均衡問題 $(AP(i)) \forall i$ と(F) を解けばよい、ということである。その解は、市場原理に基づいて全ての広告主の効用を公平に最大化し、パレート効率的な意味でベストである。³

3 . 応用例

この章では、まず具体例を使って市場均衡問題 $(AP(i)) \forall i$ と(F) を数学的に分析し、次に 2.2 節のステップに従って配信プロセスを履行する。

² 定理 1 と 2 は厚生経済学の第 1 定理と第 2 定理と類似しているが、個々の消費者の初期財産は広告主の予算に置き換えられており、広告代理店はシステム外にある。

³ このモデルの有用性は、提案された広告市場がどれだけ理想の競争市場に近いかによるが、仮想市場という意味でも株式市場などより完全競争の仮定がより当てはまる。その理由は、

(a) 広告主は多数存在するため価格は所与と仮定できる。つまり一部の広告主が価格に対する影響力をもつようなことは無視できる。

(b) 仮想市場では入力情報が与えられているため不確実性は皆無である。

(c) 価格は全ての広告主に完全情報として伝わっている。

(d) 期間は短く限定されており、また視聴枠は次期間に繰り越しての消費や投資が出来ないために、動的要因を考慮する必要が無い。

(e) 広告主の他の広告主の選考に影響を受けないためネットワーク外部性が無い。

(f) 視聴枠の供給量は視聴率によるものなので価格によって変動せず所与と見なせる。

3.1 . 広告主のターゲットグループに対する選考

J 個のターゲットグループに対する広告の視聴枠数で定義された広告主 i の効用関数を $U_i(x_i(1), \dots, x_i(J))$ とする。 3 つの定理での効用関数の仮定、連続 (continuous), 準凸 (quasi-convex), 非減少 (non-decreasing), 非飽和 (insatiability) を満たせば何でもよいが、以下の 4 つの理由から、この論文ではコブ・ダグラス型の効用関数 (Varian 1993) を検討する。

- (1) この効用は凸関数で定理 2 の仮定を満たしている。
- (2) 詳細は後で説明するが、この効用関数のパラメータのスケールはターゲットグループへの選考に関して絶対的でなく相対的に影響するため、広告主にとって直感的な解釈が可能である。
- (3) この効用関数のパラメータは広告主に対する比較的簡単な質問から推定できるため、実務上、有用である。
- (4) 導かれた価格と配分の式の解釈が容易である。

個々の広告主 i は自社の予算の範囲内で効用を最大化する。 つまり (AP(i)) を解く。

$$\begin{aligned} \text{(AP(i))} \quad & \text{Max}_{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(J)} \quad U_i(x_i) = \prod_{j=1}^J x_i(j)^{\alpha_i(j)} \\ & \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^J p_j x_i(j) = m_i \end{aligned}$$

単調変換は効用関数の性質を変えないため、ラグランジアンを下記のように設定する。

$$L_i = \alpha_i(1) \log x_i(1) + \alpha_i(2) \log x_i(2) + \dots + \alpha_i(J) \log x_i(J) - \lambda \{ p_1 x_i(1) + p_2 x_i(2) + \dots + p_J x_i(J) - m \}$$

$x_i(j)$ の解は以下のようになる。

したがって市場均衡を解くことによって得られた配分は、実務上でも有益であることが察せられる。

$$x_i(j) = \frac{\alpha_i(j)}{\sum_k \alpha_i(k)} \frac{m_i}{p_j} = \frac{\text{(effective budget for j)}}{\text{(price of j)}} \quad \text{where} \quad \text{(effective budget for j)} = \frac{\alpha_i(j)}{\sum_k \alpha_i(k)} m_i$$

(effective budget for j)はターゲットグループ j に対する予算で、広告主 i の予算 m_i は $\alpha_i(j)$ に比例して配分されるという直感的な解釈が出来る。需要と供給 $S(j)$ が等しいという制約 $\sum_i x_i(j) = S(j)$ を使って、価格を求めると、

$$p_j = \frac{\sum_i \left\{ \frac{\alpha_i(j)}{\sum_k \alpha_i(k)} m_i \right\}}{S(j)} = \frac{\sum_i \text{(effective budget of i for j)}}{\text{(supply of j)}} .$$

この式の解釈は、全ての広告主のターゲットグループ j に対する予算の総和をその供給量で割ったものが j の価格である。この価格を代入して視聴枠数を求めると

$$(1) \quad x_i(j) = \frac{\alpha_i(j)}{\sum_k \alpha_i(k)} \frac{m_i S(j)}{\sum_i \left\{ \frac{\alpha_i(j)}{\sum_k \alpha_i(k)} m_i \right\}} .$$

(1)式から、 $x_i(j)$ は広告主が示した情報、つまり予算 m_i と選考 $\alpha_i(j)$ 、そして代理店が予測した視聴枠の供給量 $S(j)$ によって決まることが分かる。また、もし広告主 i があるターゲットグループ j に広告を見せたく無い場合は、 $\alpha_i(j) = 0$ にすればよい。

3.2 . 配信ステップ

(1)式で導かれた市場均衡を使い、2.3.節の配信プロセスを具体的な数値例で検証してみよう。この例では一定期間を一週間と仮定する。

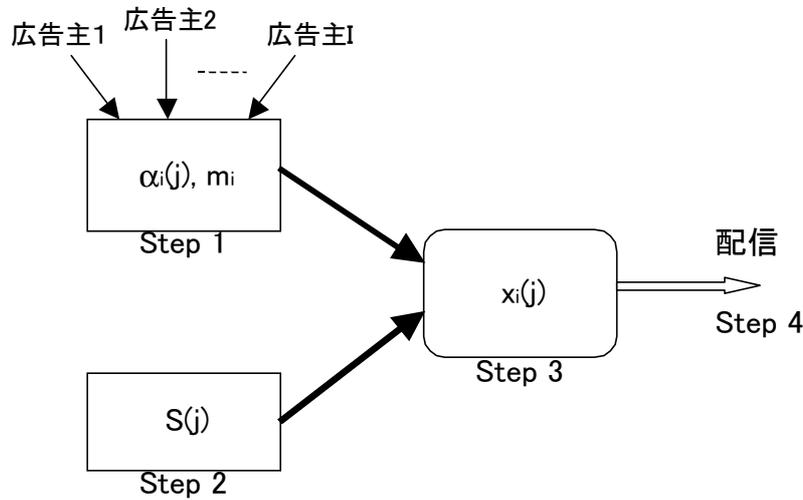
Step 1: 広告主が第 t 週の予算とターゲットグループに対する選考を代理店に提出

Step 2: 代理店は第 t 週の視聴枠の供給を予測

Step 3: 代理店は広告主に対する視聴枠の配分を市場均衡に基づいて算出

Step 4: 代理店は広告を配信

下の図は、この配信プロセスを描いたものである。



Step 1: 広告主が予算と個々のターゲットグループに対する選考を提出

J 個のターゲットグループに対する選考: $\alpha_i(1), \alpha_i(2), \dots, \alpha_i(J)$

予算: m_i

ここでは、

効用: $U_i = x_i(1)^{\alpha_i(1)} x_i(2)^{\alpha_i(2)} \dots, x_i(J)^{\alpha_i(J)}$

予算制約: $p_1 x_i(1) + p_2 x_i(2) + \dots + p_J x_i(J) = m_i$

視聴者に関しては、性別(male / female)と年齢層(young / middle age / senior)の 2 属性を検討する。ターゲットグループは性別と年齢層の全ての組み合わせからなる 6 つを考慮することが望ましいが、属性数とそのレベル数が増えるとグループ数は指数的に増えてしまう。視聴者の分布が属性間で独立であれば、これらの属性を別々に考慮できる。つまり、年齢層の分布が男女間で似ていれば、性別 2 つと年齢層 3 つの計 5 グループでよい。ここでは、この状況を想定した数値例を示す。単純化するため、広告主、あるいは広告の数は 4 と仮定する。

広告主の予算 m_i とターゲットグループに対する選考 $\alpha_i(j)$

広告主 i	male	female	young	middle	senior	予算 m_i
1	1	1	1	1	1	100
2	0.5	2	1.5	1	0.5	120
3	1	0	1	2	0	80
4	2	2	2	2	2	100
供給 $S(j)$						

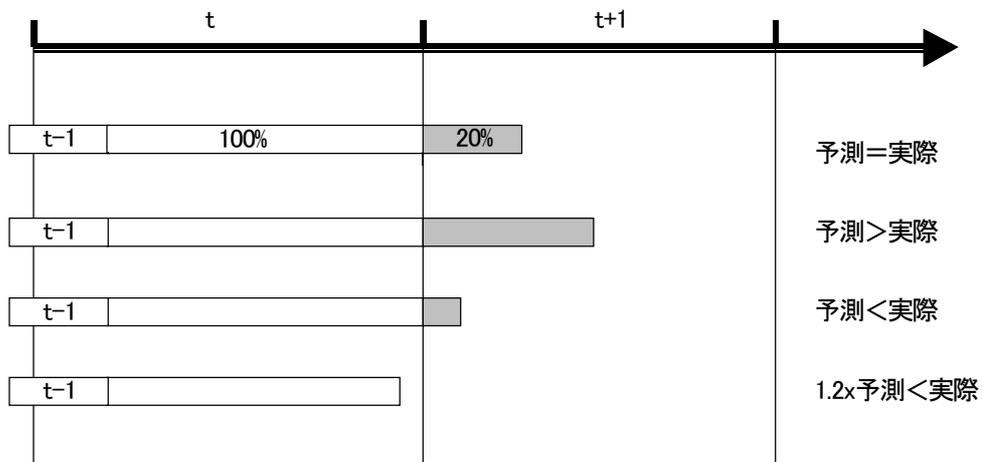
選考係数 $\alpha_i(j)$ を求めるには、広告主に直接聞く方法と、広告主に対する間接的な質問から推測する方法の2種類が考えられる。直接法は単純であるが、効用関数などという用語に対して広告主が返答に困ることも考えられる。広告主の回答を助けるために、代理店は広告主1のような標準プランを参考として含めるのもひとつの策である。また、過当競争を防ぐには、予算に上限（例えば $m_i = 500$ 、標準プランの5倍）を設ければよい。間接法としては、個々のターゲットグループに対する視聴枠数を設定した幾つかの代替プランを広告主の選考によって間隔尺度あるいはランキングで評価させ、そこから係数を推定するという市場調査でよく使われるコンジョイント分析(Green and Srinivasan 1978, 1990, 片平 1987)が有用である。

Step 2: 代理店は視聴枠の供給を予測

実際の視聴枠数は視聴者の行動に依存するため、代理店の予測視聴枠数と一致することは稀である。実際の視聴枠数が配信計画に使われた予測視聴枠数を下回った場合、配信しきれなかった分は次週に繰り越せる。その一方、実際の視聴枠数が配信計画に使われた予測視聴枠数を上回ると、配信計画の無い視聴枠が存在することになるため部分的に配信が不可能になる。これでは機会コストを失う恐れがあるため、供給を多めに見積もって配分を算出し、配信しきれなかった視聴枠は次週をバッファとして繰り越すようにする。例えば、(1)式に代入する $S(j)$ を

$$(2) \quad S(j) = \{ F(j) - \sum_i z_i^{t-1}(j) \} \times (1+w)$$

のように算出する。ここで、 $F(j)$ はその週のターゲットグループ j による視聴枠数の予測、 $z_i^{t-1}(j)$ は先週、広告主 i が j に配信出来なかった繰越分、 w はバッファのサイズに応じて 0 から 1 の値をとる。例えば、 w が 0.2 の場合を考えてみよう。予測と実際の視聴枠数が毎週、一致していれば、常に 20%の広告配信は翌週に繰り越される。実際の視聴枠数が予測を 20%以上超えない限り、その週に割り当てられた配信が週末までに終わってしまうことは無く、いくつかの広告視聴枠は未配分として次週に繰り越される。つまり、バッファとして次週に 20%の配信を繰り越すように計画し、次週、視聴枠数の予測誤差を実績に基づいて再度、補正すれば、誤差は蓄積せず長期に渡る運用が可能だ。バッファのサイズを 20%より大きくすることによって、より大きな視聴枠数の予測誤差に対応できるが、先週からの繰越分の配信が多くなるため今週計画された配信が次週に繰り越される枠数も増える。この状況が下の図に描写されている。



このようにして、代理店がそれぞれのターゲットグループの視聴枠の供給量 $S(j)$ を下の表のように見積もったとしよう。

視聴枠の供給 S(j)

広告主 i	male	female	young	middle	senior	予算 m_i
1	1	1	1	1	1	100
2	0.5	2	1.5	1	0.5	120
3	1	0	1	2	0	80
4	2	2	2	2	2	100
供給 S(j)	10000	12000	8000	6000	8000	

Step 3: 視聴枠の配分を市場均衡に基づいて算出

Step 1 と 2 で得られた情報、 $\alpha_i(j)$, m_i , $S(j) \quad \forall i, j$, を(1)式に代入して、広告主 i へのターゲットグループ j の視聴枠の配分、 $x_i(j)$, を算出する。

広告予算の配分と視聴枠の価格

広告主 i	male	female	young	middle	senior	予算 m_i
1	50.0	50.0	33.3	33.3	33.3	100
2	24.0	96.0	60.0	40.0	20.0	120
3	80.0	0.0	26.7	53.3	0.0	80
4	50.0	50.0	33.3	33.3	33.3	100
価格 P(j)	0.0204	0.0163	0.0192	0.0267	0.0108	

視聴枠の配分 $x_i(j)$

広告主 i	male	female	young	middle	senior	支出(sex)	支出(age)
1	2451.0	3061.2	1739.1	1250.0	3076.9	100	100
2	1176.5	5877.6	3130.4	1500.0	1846.2	120	120
3	3921.6	0.0	1391.3	2000.0	0.0	80	80
4	2451.0	3061.2	1739.1	1250.0	3076.9	100	100
需要	10000	12000	8000	6000	8000		

Step 4: 広告の配信

ターゲットグループ j に広告を配信する場合、現時点までの広告主 i の配信回数 $y_i(j)$ と計画視聴枠数 $x_i(j)$ の差の関数、 $f\{x_i(j) - y_i(j)\}$ 、に基づいて広告配信優先度をランク付けする。配信に広告主の選考以外の要因を考慮する場合は、ランク付けを適切に調整する。例えば、

- (a) 短期間（例えば 15 分間）の広告のリピートを避けるためには、広告を配信時期に 1 本 1 本選ばず、トップ 6 本の広告（1 分 30 秒ぶん）を 15 分おきに選択、放映する。
- (b) 永らく見せていない広告は優先度を上げて最近見せた広告は優先度を下げるには、それぞれの視聴者が個々の広告を最後に見てからどれだけ時間が経ったかという *apart* というデータテーブルを記録して、 $f(\text{apart})$ によってランク付けを微調整する。
- (c) シリーズ広告もので見せる順番が決まっている場合にはフラグ等で条件付けする。

他にも様々なストラテジーが考えられるので、詳細は実務家に託したい。⁴

4. 新規性

従来のメディア計画と比較すると、本研究で提案された広告配信計画は大きく 3 つの特徴を持っている。

- (a) 多数の広告主を同時に考慮する。
- (b) 価格は所与ではなく、創られる。
- (c) 市場原理による透明で公平な価格設定。

今後、広告業界に改革をせまる可能性も含めて、このシステムはビジネスモデル特許として出願中である。⁵ もう少し詳細に提案されたシステムを従来のメディア計画と比較してみよう。

4.1. 従来のメディア計画

- (a) 個々の広告主のメディア計画は独立に立てられる。

⁴ 具体例としては、著者による発明（特願 2001-25730）も参照されたい。

⁵ 出願番号： 特願 2001-192821 （2001 年 6 月 26 日）

広告効果は絶対量より相対量(share-of-voice)が重要だといわれているが(Pedrick and Zufryden 1991, Tellis 1998, p.400)、既存の業界では他の広告主の出稿の影響は明示的には考慮されない。欧米の広告業界では、代理店は1業界1社の制度で守秘義務があるほど、競合企業同士の広告戦略は独立している。

(b) 従来のメディア計画はすべて費用対効果を目的としている。

メディアの価格を所与とし(exogeneous)、予算内で、GRP、認知度、売上などで測られた広告効果を最大化するのが一般にいわれるメディア計画である(岸、田中、嶋村 2000、猿山 1999)。そのためには、効果を広告投入量で関連付ける広告反応関数が分かっていることが前提であるが、様々な要因(たとえば、競合他社の広告、広告以外の販促、口コミ、広告コピー自体の質など)が複雑に相互影響しているため、その推定は最新の計量経済の手法を用いても困難な場合が多い。

(c) 代理店の設定した不透明、不公平なメディア(視聴枠)の価格

このように、視聴枠は効果が正確に把握しずらく無形財でコストも不明なため、一般にメディアの価格設定はかなり大雑把であると言われている(小林 1999)。価格交渉、お得意様価格、大量割引などの不透明、不公平なシステムある。さらに日本の場合、メディア自体の価格に広告制作費、市場調査費、マーケティング・コンサルタント費用などを含んでいる場合も多く、代理店の価格設定に不信感をいただいている広告主も少なくない(小林 1998, Abe 2001)。

4.2 . 本システム

本システムを上記の(a), (b), (c)に対比させてみよう。

(a) 何千もの広告主(広告)と何千もの視聴者を同時に考慮したメディア計画が立てられ、広告主間の相互影響が明示的に組み込まれている。

(b) 動的で(dynamic)、不確実な(uncertainty) IT時代の環境では、広告反応関数を得ることはほぼ不可能である。たとえ分かっても変化が烈しく無益な場合も多い。このシステムでは、広告反応関数を知る必要は無く、マネージャーの経験や感による選考関数さえあればよい。実務的にもより自然で有用であろう。また、状況の変化に敏速に対応するよう、広告主の予算と選考は1週間ごとにでも更新が可能である。

(c) メディアの価格は他の広告主の需要に応じてシステム内で創造され(endogenous)、全ての広告主は同一の単価を払う。市場原理に基づいているため、全ての広告主にとって公平かつ最適な配信計画が得られる。その意味で、実際の配信の役割を担う広告代理店は、視聴枠のフェアな仲介人として広告主から信頼されるパートナーへと成りうる。

以上の観点から、本システムは競合企業の強い影響があり、環境の変化が早く、不確実な IT 時代に対応したメディア計画と言えよう。

5. 拡張

今回のメディア計画システムは、ブロードバンドでの One-to-One 動画広告配信を念頭に置いて提案したが、他の One-to-One 広告にも拡張できる。まず、携帯電話の広告配信がある。次世代携帯電話のサービスも始まり、大容量のデータ広告（動画や静止画）の配信は今後、ますます現実身を帯びたものになるであろう。既存のインターネット・バナー広告にもこのシステムを応用することが出来る。

また One-to-One ではないが、視聴率調査などで広告接触率がある程度、正確に把握出来る状況であれば、従来型のテレビのマス広告へも拡張が可能である。ターゲットグループの属性は広告の曜日、時間帯、番組などで定義され、広告主は予算とそれぞれのターゲットグループに対する選考を提示すれば、広告枠の配分が算出される。

基本的に、本システムは「限られた多品種の財を多数のエージェントに公平に配分する手法」なので、広告の分野以外にも大きな可能性を秘めている。代表的な例として、流通で限られた数量しかない多種類の物品を多数の小売店に割り当てるような状況が考えられる。カテゴリーとしては、又売り(arbitrage)、保存、投資に向かない特性を持ったもの、たとえば直前のホテルの空き部屋、航空券、イベントチケットなどが適している。

ホテルの部屋を、旅行代理店やツアー企画会社に配分する場合を考えてみよう。翌月のホテルの部屋の供給に余剰がある場合には、所定のターゲットグループごとに部

屋の供給数を特定して、旅行代理店などが、予算およびターゲットグループごとの選考を登録すればよい。ターゲットグループの属性ととして、たとえば、曜日や部屋のタイプ、クラスなどが考えられる。

その他の例としては、ある組織内で様々な企業内資源（人的、物的、時間的）を多製品・多プロジェクトに効率よく配分する状況が考えられる。ここでは、まずプロジェクトの遂行に必要な様々な企業内資源の供給量を人的、物的、時間的な属性で定義されたターゲットグループに分ける。プロジェクト・マネージャーは予算、およびターゲットグループごとの選考を提示すると、全プロジェクトに公平かつベストな資源配分が決定される。

参考文献

- Abe, Makoto (1995), "A Nonparametric Density Estimation Method for Brand Choice Using Scanner Data," *Marketing Science*, 14 (3), 300-325.
- Abe, Makoto (1996), "Audience Accumulation by Television Daypart Allocation Based on Household-Level Viewing Data" (1996), *Journal of Advertising*, 25 (winter), 21-35.
- Abe, Makoto (1997), "A Household-Level Television Advertising Exposure Model," *Journal of Marketing Research*, 34 (3), 394-405.
- Abe, Makoto (2001), "Advertising in Japan," in *Advertising Worldwide*, ed. Ingomar Kloss, Heidelberg: Springer.
- Cooper, Lee G. and Masao Nakanishi (1988), *Market-Share Analysis*, Norwell: Kluwer.
- Green, Paul E. and V. Srinivasan (1978), "Conjoint analysis in Marketing Research: Issues and Outlook," *Journal of Consumer Research*, 5 (3), 103-123.
- Green, Paul E. and V. Srinivasan (1990), "Conjoint analysis in Marketing Research: New Developments and Directions," *Journal of Marketing*, 54 (4), 3-19.
- Guadagni, Peter M. and John D. C. Little (1983), "A Logit Model of Brand Choice Calibrated on Scanner Data," *Marketing Science*, 2 (3), 203-238.
- Hanssens, Dominique M., Leonard J. Parsons, and Randall L. Schultz (1990), *Market Response Models: Econometric and Time Series Analysis*, Boston: Kluwer.
- Headen, Robert S., Jay E. Klompmaker, and Jesse E. Teel, Jr. (1979), "Predicting Audience Exposure to Spot TV Advertising Schedules," *Journal of Marketing Research*, 14 (1), 1-9.
- Kamakura, Wagner A. and Gary J. Russell (1989), "A Probabilistic Choice Model for Market Segmentation and Elasticity Structure," *Journal of Marketing Research*, 26 (4), 379-90.
- McCulloch, Robert E. and Peter E. Rossi (1994), "An Exact Likelihood Analysis of the Multinomial Probit Model," *Journal of Econometrics*, 64, 207-240.
- Rossi, Peter E., Robert E. McCulloch, and Greg M. Allenby (1996), "The Value of Purchase History Data in Target Marketing," *Marketing Science*, 15 (4), 321-340.
- Pedrick, James H. and Fred S. Zufryden (1991), "Evaluating the Impact of Advertising Media Plans: A Model of Consumer Purchase Dynamics Using Single-Source Data," *Marketing Science*, 10 (2), 111-130.
- Rust, Roland T. and Jay E. Klompmaker (1981), "Improving the Estimation Procedure for the Beta Binomial Television Exposure Model," *Journal of Marketing Research*, 18 (4), 442-448.

Tellis, Gerard J. (1998), *Advertising and Sales Promotion Strategy*, Reading: Addison Wesley.

Varian Hal. R. (1993), *Microeconomic Analysis*, New York: W. W. Norton.

片平秀貴 (1987), *マーケティング・サイエンス*, 東京大学出版会.

岸志津江、田中洋、嶋村和恵 (2000), *現代広告論*, 有斐閣アルマ、有斐閣.

小林保彦 (1998), *広告ビジネスの構造と展開 アカウントプランニング革新*, 日系広告研究所編：日本経済新聞.

小林保彦 (1999), "これからの広告会社の役割" *広告に携わる人の総合講座* (第 5 講), 日系広告研究所編：日本経済新聞.

猿山義広 (1999), "広告予算の編成とアカウントビリティ" *広告に携わる人の総合講座* (第 8 講), 日系広告研究所編：日本経済新聞.

付録

(数学の表記が多いため英語です)

APPENDIX

Definition 1. Equilibrium

(1) Utility Maximization: Given price, each advertiser maximizes its utility.

(2) Feasibility: For each target group, the demand of ad contacts is less than its supply.

Formally, let p be a vector whose elements are an unit price of an ad contact to the k -th target group, $p_k \geq 0$ ($k=1, \dots, K$), and x^i ($i=1, \dots, n$) be a vector of the numbers of the corresponding ad contacts assigned to advertiser i . The subscript and superscript refer to target groups and advertisers, respectively. In the advertising market described above, given the price of an ad contact for each target group k , advertiser i determines x^i to maximize his utility $U^i(\cdot)$ subject to his budget constraint of m^i as below.

$$(AP(i)) \quad \text{Max}_{x^i} U^i(x^i) \quad \text{s.t.} \quad p \cdot x^i = m^i$$

The equilibrium is a vector (p, x^i) that solves advertiser i 's problem for all $i=1, \dots, n$, and the total demand of contacts is satisfied for each target group. That is, the sum of contacts demanded by all advertisers is less than the availability s as,

$$\sum_i x^i \leq s.$$

Proposition 1. Free Goods

If a contact has excess supply, its price must be zero.

Proof.

Value of the initial supply: $p \cdot s = \sum_i m^i$

Value of the final allocation: By summing (AP(i)) over i , $p \cdot x \equiv p \cdot \sum_i x^i = \sum_i m^i$

Conservation of value implies $p \cdot x = p \cdot s$

Let $z(p) = x(p) - s$, which can be interpreted as a vector of excess demand at price p .

$p \cdot z(p) = 0$ (complementary slackness)

If $z_k(p) < 0$ or $x_k < s_k$, then $p_k = 0$

Q.E.D.

Definition 2. Desirability

If $p_k = 0$, then $z_k(p) > 0$

A contact is desirable if the total demand exceeds supply when its price is zero.

Implication.

The price of a contact for all groups must be strictly positive, i.e., $p_k > 0$. Otherwise, by desirability, the solution is infeasible.

Proposition 2. Equilibrium for Desirable Contacts

An allocation-price pair (x^*, p^*) is an equilibrium for desirable contacts if

(a) Demand Equals Supply

$$\sum_i x^{i*} \equiv x^* = s$$

(b) Utility Maximizing

The pair maximizes the utility of each agent in his budget set. That is, if x^i is preferred by i to x^{i*} and $p_k > 0$ for all groups k , then $p \cdot x^i > m^i$ (beyond budget, infeasible).

Proof.

(a) Suppose not. That is, $x_k < s_k$ for some k . Then $z_k(p) = x_k - s_k < 0$. Proposition 1 states that $p_k = 0$. Desirability implies $z_k(p) > 0$. Contradiction. The equality must hold.

(b) Suppose not. Then $p \cdot x^{i*} \leq m^i$, implying that the presumed x^{i*} is not an utility maximized allocation, contradicting the optimality assumption.

Q.E.D.

Definition 3. Local Insatiability

Given any bundle x in X and any $\alpha > 0$, there is some bundle y in X with $|x - y| < \alpha$ such that y is strictly preferred to x .

Theorem 1. Pareto Efficiency of the Equilibrium

The equilibrium is Pareto efficient in that it is not possible to increase some advertiser's utility without making the other advertisers worse off by deviating from this equilibrium.

Proof.

Suppose the equilibrium is not Pareto efficient and we will derive a contradiction. Denote Pareto superior solution as x^i .

The feasibility of Pareto superior solution x^i implies, $\sum_i x^i \leq s$ (the equality may not hold since whether x^i is equilibrium is unknown). Because $p \geq 0$, $\sum_i p \cdot x^i \leq p \cdot s$. (1)

By Proposition 2 (b), equilibrium implies, $\sum_i x^{i*} = s$. Thus, $\sum_i p \cdot x^{i*} = p \cdot s = \sum_i m^i$. (2)

By Proposition 2 (a), the Pareto superiority implies that, there exists at least one advertiser j , such that $p \cdot x^j > m^j$ with strict inequality. Summing over all advertisers results in

$\sum_i p \cdot x^i > \sum_i m^i = p \cdot s$ where RHS equality follows from (2) above.

But this and (1) imply, $p \cdot s \geq \sum_i p \cdot x^i > p \cdot s$. A contradiction.

Q.E.D.

Theorem 2. Conditions of a Pareto Solution as the Market Equilibrium

Assume that preferences are convex, continuous, non-decreasing, and locally insatiable, and a budget is strictly positive $m^i > 0$ for all advertisers. Suppose x^* is a Pareto efficient allocation, then x^* is also a market equilibrium for this budget.

Proof.

Proof for the equilibrium definition (a) (Demand Equals Supply):

First, $X \equiv \sum_i x^{i*} \leq s$ by feasibility. Now, suppose $\sum_i x^{i*} < s$ (i.e., $z_k(p) < 0$) for some k . Then Proposition 1 implies $p_k = 0$ and the desirability of contacts states that $z_k(p) > 0$. A contradiction.

Proof for the equilibrium definition (b) (Utility Maximizing):

Show that if x^i is preferred by i to x^{i*} and $p_k > 0$ for all groups k , then $p \cdot x^i > m^i$.

Step 1: A set of strictly Pareto superior aggregate bundles

Let $P^i = \{x^i \in R_k \mid x^i \text{ is preferred to } x^{i*}\}$. Define $P \equiv \sum_i P^i = \{\sum_i x^i \mid x^i \in P^i\}$.

P is the set of all aggregate bundles that are preferred by all advertisers. Because P^i is a convex set from a hypothesis that preference is convex and the sum of convex sets is convex, P is a convex set.

Step 2: A set of feasible bundles

Let $Q = \{X \in R_k \mid X \equiv \sum_i x^i \leq s\}$, a set of feasible bundles. It is clearly a convex set.

Step 3: Existence of a separating hyperplane

The supposed Pareto efficiency of $x^* \in Q$ implies that any bundle that is preferred by all advertisers must be infeasible, suggesting the existence of a hyperplane separating the sets P and Q by the separating hyperplane theorem.

That is, $\exists p \neq 0$ such that $p \cdot z \geq \beta$ for all $z \in P$ and $p \cdot x \leq \beta$ for all $x \in Q$.

By local insatiability and continuity, $x^* \equiv \sum_i x^{i*} \in Q$ is on the boundary such that $p \cdot x^* = \beta$.

Hence, $p \cdot z \geq p \cdot x^*$ for all $z \in P$

Now show that the hyperplane p is, in fact, an equilibrium price vector.

Step 4: Assert $p \geq 0$

Suppose not. $p_k < 0$ for some k . Then for sufficiently small $x_k < 0$, $p_k x_k$ can be made arbitrary large, and $p \cdot x > \beta$ for that $x \in Q$. Contradiction.

Step 5: Cost of a preferred bundle weakly exceeds the Pareto efficient budget

Assert that if y^j is preferred to x^{j*} , then $p \cdot y^j \geq p \cdot x^{j*}$ for each j .

By a separating hyperplane theorem, $p \cdot \sum_j y^j \geq p \cdot \sum_j x^{j*}$.

Suppose some particular advertiser j prefers some bundle y^j to x^{j*} . Construct an allocation z by taking some of each contact away from j and distributing it to the other advertisers:

$$z^j = y^j (1-\theta)$$

$$z^i = x^{i*} + y^j \theta / (n-1) \quad \text{for } i=1, \dots, n, i \neq j$$

From local insatiability, for θ small enough, z^i is strictly Pareto superior to x^{i*} for all i . Thus, $\sum_i z^i \in P$ and the separating hyperplane in step 3 implies that

$$p \cdot \sum_i z^i \geq p \cdot \sum_i x^{i*}$$

$$p \cdot \{ y^j (1-\theta) + \sum_{i \neq j} x^{i*} + y^j \theta \} \geq p \cdot \{ x^{j*} + \sum_{i \neq j} x^{i*} \}$$

$$p \cdot y^j \geq p \cdot x^{j*}$$

Step 6: Cost of a preferred bundle strictly exceeds the Pareto efficient budget

Assert that if y^j is preferred to x^{j*} and $p_k > 0$ for all k , then $p \cdot y^j > p \cdot x^{j*} \equiv m_j$ for each j , implying y^j is beyond the budget and infeasible.

Assume $p \cdot y^j = p \cdot x^{j*}$, and derive a contradiction.

By continuity of preference, $\exists \theta < 1$ close enough to 1 such that θy^j is preferred to x^{j*} .

Then, from step 5, $p \cdot \theta y^j \geq p \cdot x^{j*}$. (1)

Now, since $m^j > 0$ by hypothesis, $x_k^{j*} > 0$ for at least one k (i.e., strictly positive allocation).

Thus, if $p_k > 0 \forall k$, then $p \cdot x^{j*} > 0$, and the equality assumption implies that $p \cdot y^j > 0$.

Hence, $p \cdot \theta y^j < p \cdot y^j = p \cdot x^{j*}$, contradicting (1) above.

Q.E.D.

Theorem 3. Existence of the Market Equilibrium

If the aggregate demand is a continuous function of price, there always exist a market equilibrium.

Proof.

We illustrate an alternative and simple argument. We can envision the advertising market as a pure exchange competitive market in which,

- (1) there are $K+1$ goods: ad contacts to K target groups and money (budget),
- (2) there are $n+1$ participants: n advertisers and an advertising agent,
- (3) each advertiser has a convex, continuous, non-decreasing, and locally insatiable preference toward the K goods but not money, having an initial endowment of a strictly positive budget,
- (4) the ad agent has a convex, continuous, non-decreasing, and locally insatiable preference toward money only but no preference to contacts, having an initial endowment of all advertising contacts to K target groups.

Then, we can apply theorem from the general equilibrium for a pure exchange competitive market to establish the existence of equilibrium.